

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-264540

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/321

(21)Application number : 07-062824

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 22.03.1995

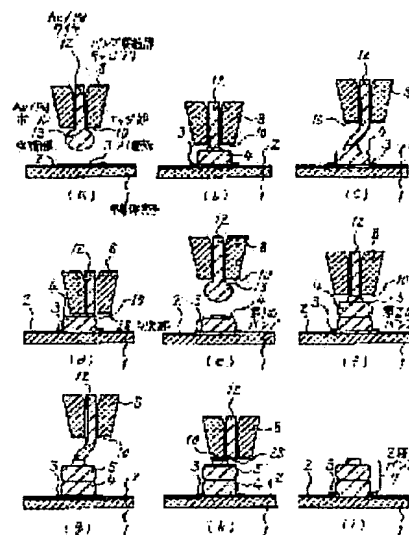
(72)Inventor : TAGO MASAKI

## (54) BUMP STRUCTURE, METHOD FOR FORMING BUMP AND CAPILLARY BEING EMPLOYED THEREIN

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a bump for flip-chip mounting an electrode at fine pitch and method for forming the bump and a capillary being employed therein.

CONSTITUTION: The inventive bump is a double stage bump 7 comprising a nearly tubular first bump 4 of conductive material having bottom face secured onto an Al electrode 3 of a semiconductor element 1, and a second bump 5 of the same kind of conductive material as the first bump 4 having bottom face secured to the upper surface of the first bump 4. The method for forming the bump comprises a step for forming a metal ball at the tip of a wire passed through a hole made vertically to the edge 10 of a capillary 8 for forming a bump, a step for applying ultrasonic wave while pressing the metal ball against the electrode of the semiconductor element 1 at the tip of the capillary to bond the first tubular bump 4 to the electrode, a step for shifting the tip of the capillary 8 laterally and applying ultrasonic wave while pressing the tip of the capillary 8 against the electrode, and a step for cutting off a wire from the first tubular bump 4 and forming the second bump 5 on the first bump 4 similarly to the first bump 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.03.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2735022

[Date of registration] 09.01.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-264540

(43)公開日 平成8年(1996)10月11日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/321		9169-4M	H 0 1 L 21/92	6 0 2 D
		9169-4M		6 0 2 B
		9169-4M		6 0 4 K
		9169-4M		6 0 4 J

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-62824

(22)出願日 平成7年(1995)3月22日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 田子 雅基

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

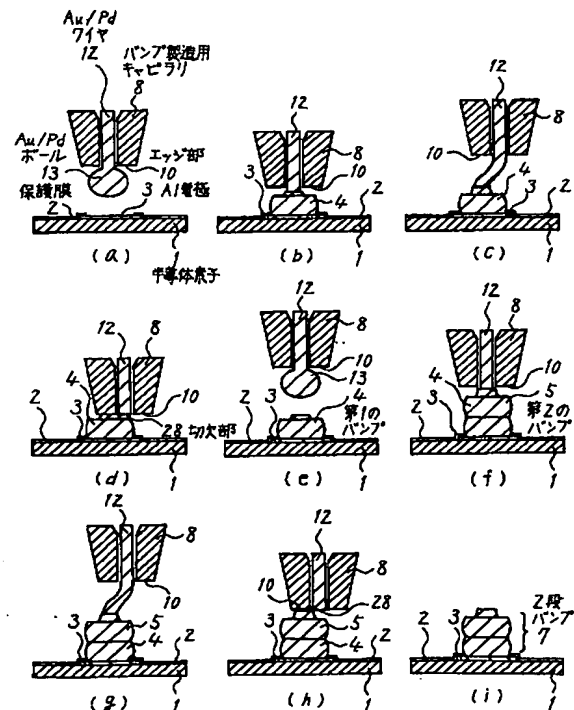
(54)【発明の名称】 パンプ構造、パンプ製造用キャピラリ及びパンプ製造方

法

(57)【要約】 (修正有)

【目的】微細電極ピッチのフリップチップ実装用パンプ、このパンプ製造用のキャピラリ及びパンプ製造方法を提供する。

【構成】半導体素子1のA1電極3上に底面が固定されたほぼ円筒形状である導電材料から成る第1パンプ4と第1パンプ4の上面に底面が固定された第1パンプ4と同種の導電材料から成る第2のパンプ5とから構成される2段パンプ7。この製造方法はパンプ製造用キャピラリ8のエッジ10が垂直に鋭利に加工された孔に通したワイヤの先端に金属ボールを形成し、半導体素子の電極にキャピラリの先端で金属ボールを押圧しつつ超音波を印加して円筒形の第1パンプ4を電極に固着し、キャピラリ8先端を横方向に移動してから第1パンプ4に押圧しつつ超音波を印加し、ワイヤを円筒状の第1パンプ4より切断し、さらに第1パンプ4の上に第2パンプ5を第1パンプ4と同様に形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電極上に底面が固着されたほぼ円筒形状である導電材料から成る第 1 バンプと、この第 1 バンプの上面に底面が固着された第 1 バンプと同種の導電材料から成りほぼ円筒形状の第 2 のバンプとを含むことを特徴とするバンプ構造。

【請求項 2】 第 1 バンプと第 2 バンプの形状がほぼ同一であることを特徴とする請求項 1 記載のバンプ構造。

【請求項 3】 第 2 バンプの形状が第 1 バンプの形状の縮小されたものであることを特徴とする請求項 1 記載のバンプ構造。

【請求項 4】 第 1 バンプ及び第 2 バンプが金とパラジウムの合金であることを特徴とする請求項 1、2 及び 3 記載のバンプ構造。

【請求項 5】 先端が平滑な平坦面からなり、かつ先端に設けられたワイヤを導く孔と前記平坦面により構成されるエッジが垂直に鋭利に加工されたことを特徴とするバンプ製造用キャピラリー。

【請求項 6】 バンプ製造用キャピラリーに通したワイヤの先端に金属ボールを形成する工程と、電極に前記バンプ製造用キャピラリーの先端で前記金属ボールを押圧しつつ超音波を印加してほぼ円筒状に形成した第 1 のバンプの底部を前記電極に固着する工程と、この工程の次に前記バンプ製造用キャピラリーの先端を前記第 1 のバンプより離してから横方向に移動させて前記バンプ製造用キャピラリーの先端の前記ワイヤを導く孔の周囲の平坦面を前記第 1 のバンプの中心に対応させて前記バンプ製造用キャピラリーを再度前記第 1 のバンプへ向けて押圧しつつ超音波を印加してから前記バンプ製造用キャピラリーを前記第 1 のバンプから引き離して前記ワイヤを前記第 1 のバンプから切断する工程と、前記第 1 のバンプ上に第 2 のバンプを前記第 1 のバンプと同様に形成する工程とを含むことを特徴とするバンプ製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体素子実装用のバンプ、バンプを製造するためのキャピラリー及びバンプ製造方法に関し、特に微細な電極ピッチの半導体素子の実装用バンプ、バンプ製造用キャピラリー及びバンプ製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図 5 は従来のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。この方法によるバンプはワイヤボンディング技術を使用し、Au ボール 24 の先端部にボンディングワイヤをループ状に形成した突起構造であり、スタッドバンプ 26 と称している（松下電器産業株式会社発行 National Technical Report Vol. 39 No. 2 Apr. 1993 に記載）。図 5 (a) に示すように放電スパーク等によりボンディングワイヤ 21 の先端に Au ボール 24 を形成

する。次に Au ボール 24 をワイヤボンディングに使用するキャピラリー 22 を用いて超音波併用の熱圧着によって図 5 (b) に示すように半導体素子 1 の A1 電極 3 に固着し、スタッドバンプ 26 の底部を形成する。次いで図 5 (c) に示すようにキャピラリー 22 をループ状軌道 25 を描いて移動させてワイヤループを形成し図 5

(d) に示すようにキャピラリー 22 を降下させボンディングワイヤ 21 をスタッドバンプ 26 の底部の上面にセカンドボンディングしてワイヤ 21 を引きちぎり、底部の上面にスタッドバンプ 26 の先端部を形成する。次いでスタッドバンプ 26 の上面の平坦化と高さの均一化のため、形成したスタッドバンプ 26 を平坦面で押圧することによってレベリングを行う。押圧力は約 50 g / バンプである。図 6 に上述のスタッドバンプを用いたフリップチップ実装構造を示す。半導体素子 1 の A1 電極 3 に形成したスタッドバンプ 26 を導電性樹脂 31 を介して基板電極 34 に接続し、半導体素子 1 を配線基板 32 にフェイスダウンにして搭載する。導電性樹脂 31 を硬化させた後半導体素子 1 と配線基板 32 の間隙に封止樹脂 33 を注入して硬化させる。

【0003】 図 7 は特公平 4-41519 号公報に記載の従来のバンプ製造方法を工程順に示す断面図である。ワイヤボンディング用のキャピラリー 22 にボンディングワイヤ 21 を通し、ワイヤ 21 先端にボール 24 を形成する（図 7 (a)）。ワイヤ 21 にはボール 24 に近接するワイヤ 21 の部分が再結晶により粗粒状結晶構造となつて脆弱化するような材料を使用する。ボール 24 を半導体素子 1 上の A1 電極 3 にキャピラリー 22 で押し付けてバンプ 27 を形成すると同時にこれを A1 電極 3 に固着させる（図 7 (b)）。次にキャピラリーを上方向及び横方向に動かしワイヤ 21 の脆弱化した部分にキャピラリー 22 の下端面で切欠部 28 を付与した後に引張力を加えてワイヤ 21 を切断する（図 7 (c), (d)）。

【0004】 図 8 はボールボンディング技術を利用した特開平 3-187228 号公報に記載された従来のバンプ製造方法である。半導体素子 1 の A1 電極 3 上へ Au、Cu、もしくは Cu 合金からなるワイヤをキャピラリーに挿通し、その先端でボールを形成させ A1 電極 3 上に押しつけつつ加熱と超音波により接合させ、ワイヤを上方へ引っ張り切断してアンダバンプ 34 を形成する

（図 8 (a)）。次いでアンダバンプ 34 上へはんだワイヤにより前述と同様な工程を経て、ハンダバンプ 35 を形成する（図 8 (b)）。このときキャピラリーの先端で形成されるはんだボールは最終工程（図 8 (c)）ではんだ部分を溶融させ、A1 電極 3 上にて半球状にするため前述のアンダバンプ 34 より大きい。

【0005】 図 9 (a) 及び (b) はそれぞれ従来のワイヤボンディングに用いられるキャピラリー 22 の正面図及び先端部の拡大断面図である。このワイヤボンディング用のキャピラリーでは、ワイヤに傷を付けないようにキ

3

ャピラリ22の先端の孔のエッジ30がテーパ加工されている（又は丸みを付けるR加工がされている）。図5に示す従来のパンプ製造方法も図7に示す従来のパンプ製造方法でも、図9と同じ様な形状のキャピラリ22を用いて、先端の孔のエッジにはテーパ加工又はR加工がされたキャピラリを用いている。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】図5に示した従来のパンプ製造方法はワイヤループを形成するときキャピラリ22の先端の孔の内径よりワイヤ21が細いためキャピラリ駆動中にワイヤ21の弛みが生じ、均一なループ形状が得られない。またボンディング装置の位置精度に従ってループの向きにばらつきが生じる。そして高さを均一にするためのレベリングは、パンプの横方向の変形量が大きいという欠点があった。

【0007】図7に示した従来のパンプ製造方法は、ワイヤ21に使用する材料が粗粒状結晶構造を形成する材料に限定される。さらにワイヤの脆弱部に切欠部28を形成するために加圧することによりパンプが潰れるため、パンプ高さが低くなるという欠点がある。さらに、電極ピッチの微小化が進めば、パンプ径は小さくなり、パンプ高さが低くなるという欠点もある。パンプの高さが低いとフリップチップ実装時の樹脂による封止プロセスにおいて半導体素子と配線基板の間に封止樹脂の流れ込みが悪く、気泡が残留するという欠点がある。

【0008】図8に示した従来のパンプ製造方法ではアンダパンプを形成するワイヤとはんだパンプを形成するワイヤは別々であり工程が複雑になる。また、アンダパンプ34を形成後にキャピラリを引き上げてワイヤを切断する時のワイヤの切断位置が安定せずアンダパンプ34の中央部に形成される凸部が高くなる場合があり、このような場合はアンダパンプ34上にはんだパンプ35を接合するのが非常に難しい。また、アンダパンプ34とはんだパンプ35の形成時のキャピラリの位置にずれが生じて難しくなるし、アンダパンプ34の材質によってもはんだパンプ35を接合するのは難しくなる。また、図8(c)の最終工程ではんだとアンダパンプとの反応によりはんだ材の特性が劣化する欠点がある。

【0009】また、上述の従来のパンプ製造方法では、いずれも図9に示すようなワイヤボンディング用のキャピラリを用いて、このキャピラリの先端の孔のエッジにはテーパ加工又はR加工が施されているため、ワイヤの切断される位置がばらつくという欠点がある。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のパンプ構造は、電極上に底面が固着されたほぼ円筒形状である導電材料から成る第1パンプと、この第1パンプの上面に底面が固着された第1パンプと同種の導電材料から成りほぼ円筒形状の第2のパンプとを備えている。

4

【0011】本発明のパンプ製造用キャピラリは、先端が平滑な平坦面からなり、かつ先端に設けられたワイヤを導く孔と前記平坦面により構成されるエッジが垂直に鋭利に加工されたことを特徴とする。

【0012】本発明のパンプ製造方法は、パンプ製造用キャピラリに通したワイヤの先端に金属ボールを形成する工程と、電極に前記パンプ製造用キャピラリの先端で前記金属ボールを押圧しつつ超音波を印加してほぼ円筒状に形成した第1のパンプの底部を前記電極に固着する工程と、この工程の次に前記パンプ製造用キャピラリの先端を前記第1のパンプより離してから横方向に移動させて前記パンプ製造用キャピラリの先端の前記ワイヤを導く孔の周囲の平坦面を前記第1のパンプの中心に対応させて前記パンプ製造用キャピラリを再度前記第1のパンプへ向けて押圧しつつ超音波を印加してから前記パンプ製造用キャピラリを前記第1のパンプから引き離して前記ワイヤを前記第1のパンプから切断する工程と、前記第1のパンプ上に第2のパンプを前記第1のパンプと同様に形成する工程とを備えている。

#### 【0013】

【実施例】次に、本発明について図面を参照して詳細に説明する。

【0014】図1は、本発明の第1の実施例のパンプ構造の断面図である。図1に示すパンプは半導体素子1上のA1電極3上に形成されA1電極3と平行な面を上部に持つ、ほぼ円筒形状の第1のAu/Pdパンプ4と、第1のAu/Pdパンプ4の上部の水平面の中央部に形成され第1のAu/Pdパンプ4とほぼ同形状で上部の水平面上に円柱の凸部6を有する第2のA1/Pdパンプ5とから構成される。なお、半導体素子1のA1電極3以外の表面には保護膜2が設けられている。

【0015】半導体素子1の電極ピッチが120μmの場合、第1のAu/Pdパンプ4の直径は80μm、高さを35μmとし、第2のAu/Pdパンプ5の形状は第1のAu/Pdパンプ4とほぼ等しく、かつ上部の水平面にある円柱の凸部6は直径40μm、高さ15μmとする。これらの形状は、パンプの材質、形成するときのボンディング条件により±5~10μm程度は調整することが可能である。なお、第1及び第2のパンプの材料は、金とパラジウムとの合金に限られず、金とスズとの合金や金も使用できる。

【0016】図2は、本発明の第2の実施例のパンプ構造の断面図である。図2に示すパンプは半導体素子1上のA1電極3上に形成されA1電極3と平行な面を上部に持つ、ほぼ円筒形状の第1のAu/Pdパンプ4と、第1のAu/Pdパンプ4の上部の水平面の中央部に形成され第1のAu/Pdパンプ4より少くとも10%以上縮小された小さい形状で上部水平面上に円柱の凸部6を有する第2のAu/Pdパンプ5とから構成される。

【0017】半導体素子の電極ピッチが120μmの場合

## 5

合、第1のAu/Pdバンプ4の直径は80 $\mu$ m、高さを35 $\mu$ mとし、第2のAu/Pdバンプ5の直径は60 $\mu$ m、高さは25 $\mu$ m、かつ上部の水平面にある円柱の凸部6は直径40 $\mu$ m、高さ10 $\mu$ mとする。これらの形状は、バンプの材質、形成するときのボンディング条件により $\pm 5 \sim 10 \mu$ m程度は調整することが可能である。

【0018】図3は本発明のバンプ製造用キャピラリの一実施例の断面図である。先端面9は平坦に加工され、ワイヤを導く孔11と先端面により構成されるエッジ10が垂直に鋭利に加工されている。直径25 $\mu$ mのワイヤを使用してバンプを形成する場合、孔径は33 $\mu$ mが最適である。

【0019】図4は図1に示す実施例の2段バンプを形成する工程を示す断面図である。電極ピッチが120 $\mu$ mのAl電極3に2段バンプ7を形成する場合、直径25 $\mu$ mのAu/Pdボンディングワイヤ12を使用し先端孔径33 $\mu$ mの図3に示したバンプ製造用キャピラリ8に通し、バンプ製造用キャピラリ8の先端にてAu/Pdボール13を形成する。(図4(a))。次いで加熱ステージ上にて200 $^{\circ}$ Cに加熱されている半導体素子1のAl電極3にバンプ製造用キャピラリ8の位置をあわせた後、荷重50gでAu/Pdボール13を押圧し、変形させつつ、超音波を併用し、Al電極3に接合して第1のAu/Pdバンプ4を形成する(図4

(b))。この後、バンプ製造用キャピラリ8を110 $\mu$ m上昇させると共にバンプ製造用キャピラリ8の先端の平坦部が接合した第1のAu/Pdバンプ4の中心に対応して位置するようにバンプ製造用キャピラリ8を横方向に35 $\mu$ m移動する(図4(c))。移動が完了した後バンプ製造用キャピラリ8を下降し、バンプ製造用キャピラリ8の先端の平面部9をAu/Pdボンディングワイヤ12とともにAu/Pdボンディングワイヤ12のみが変形するように第1のAu/Pdバンプへ向けて再度押圧するとともに超音波を印加する(図4

(d))。この横方向の移動と超音波の効果でバンプ製造用キャピラリ8の内径のエッジ部10によりAu/Pdワイヤ12は切欠部28が形成される。この状態においてAu/Pdボンディングワイヤ12はバンプ製造用キャピラリ8の鋭利なエッジ部10により形成された切欠部28は容易に破断する形状となる。バンプ製造用キャピラリ8が原点に戻るとAu/Pdボンディングワイヤ12は破断し、半導体素子1のAl電極3上に第1のAu/Pdバンプ4が形成される。

【0020】次いで第1のAu/Pdバンプ4上に位置合わせし第2のAu/Pdバンプ5を形成する(図4

(e)~(i))。第2のAu/Pdバンプ4も第1のAu/Pdバンプ4と同様にボンディングする事ができる。しかし、ボンディング条件は第1のAu/Pdバンプ4との接合になるので加重、超音波ともに低く押さ

## 6

ることができ半導体素子1のダメージ(クラックの発生など)は無い。

【0021】図2に示した実施例のバンプの製造も上述の方法と同様であるが、第1のバンプ4に比べ第2のバンプ5を形成する時はAu/Pdボール13が小さくなるようにワイヤ12の先端のボール形成時の放電スパークの条件を設定しておく。図2のように第2のバンプ5を第1のバンプ4より小さくしておくことにより、第1のバンプ4の形成時と第2のバンプ5の形成時とのキャピラリの位置のばらつきを吸収して第2バンプ5を第1のバンプ4上に確実に形成できる。また、このバンプを相手側の基板電極とはんだ接合した時にバンプ先端側の第2のバンプ5が細いので、はんだが第2のバンプ5の全表面を覆うように濡れ上がり、基板電極とのはんだ接合が確実に行われるという効果がある。また、本発明のバンプは、半導体素子上の電極の代わりにセラミック基板上の電極等にも設けることができる。

## 【0022】

【発明の効果】本発明のバンプ構造は、2段構造をとっているため従来のバンプより高いバンプを形成できる。またワイヤループを形成しないためキャピラリの複雑な駆動を必要としない。

【0023】また、本発明のバンプ製造用キャピラリは、ワイヤを通す孔の先端のエッジが垂直に加工された鋭利な構造であるので、超音波を併用してワイヤとバンプを切断していることにより、高さのばらつきが無い高精度なバンプを安定して形成できる。また高さが高精度に制御できるのでレベルング工程を必要としないためバンプを横方向への潰れによるばらつき無く形成できる。

【0024】また本発明のバンプ構造は第1バンプと第2バンプとを同種の材料から形成しているので工程が簡略になるうえ、第1バンプと第2バンプとの接合性が良好である。バンプは高さが従来に比べ高くすることが可能となりフリップチップ実装した時の半導体素子と配線基板の間隙が広がるため、封止樹脂の流し込み性が向上する。さらに2段に重ねたバンプの継ぎ目は半導体素子と基板の熱膨張係数差による破壊に対して応力の集中を防ぐ効果もある。またワイヤ先端に形成したボール近傍のワイヤに再結晶によって脆弱な粗粒状結晶構造の部分を持たせるような特殊なワイヤ材を使用する必要がない。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のバンプ構造の第1の実施例を示す断面図である。

【図2】本発明のバンプ構造の第2の実施例を示す断面図である。

【図3】本発明のバンプ製造用キャピラリの一実施例を示す図で、(a)は正面図であり、(b)は先端部の拡大断面図である。

【図4】図1に示すバンプの製造方法を工程順に示す断

7

面図である。

【図5】従来のパンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

【図6】図5の方法で製造されたパンプを使用したフリップチップ実装構造を示す断面図である。

【図7】従来の他のパンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

【図8】従来のさらに他のパンプ製造方法を工程順に示す断面図である。

【図9】(a) 及び (b) はそれぞれ従来のキャピラリの正面図及び先端部の断面図である。

【符号の説明】

- 1 半導体素子
- 2 保護膜
- 3 Al 電極
- 4 第1のパンプ
- 5 第2のパンプ
- 6 円柱状凸部
- 7 2段パンプ

8 パンプ製造用キャピラリ

9 先端面

10 エッジ部

11 孔

12 Au/Pd ワイヤ

13 Au/Pd ボール

21 ボンディングワイヤ

22 キャピラリ

24 Au ボール

10 25 ループ状軌道

26 スタッドパンプ

27 突出接点部

28 切欠部

30 エッジ

31 導電性樹脂

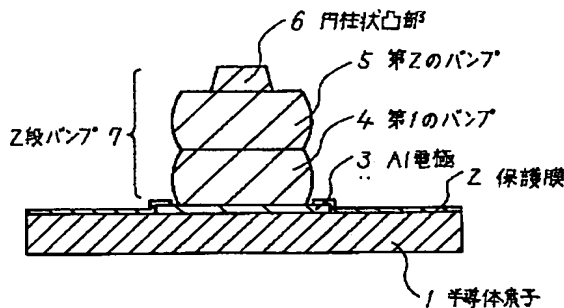
32 配線基板

33 封止樹脂

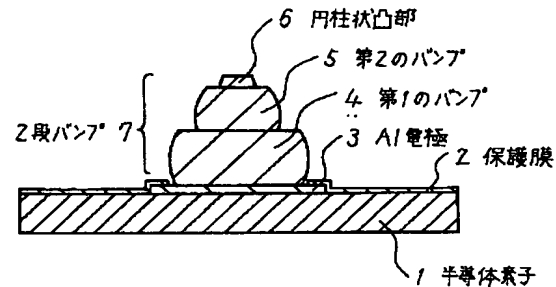
34 アンダパンプ

35 はんだパンプ

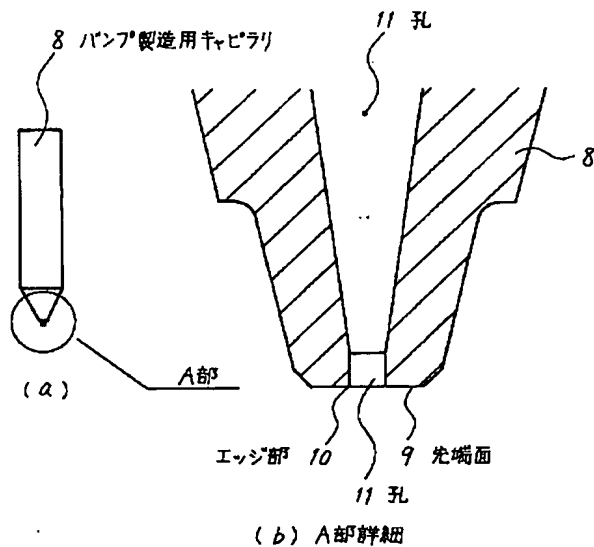
【図1】



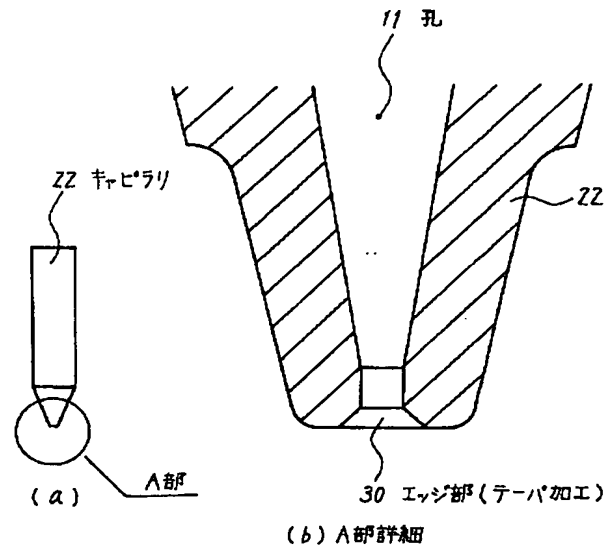
【図2】



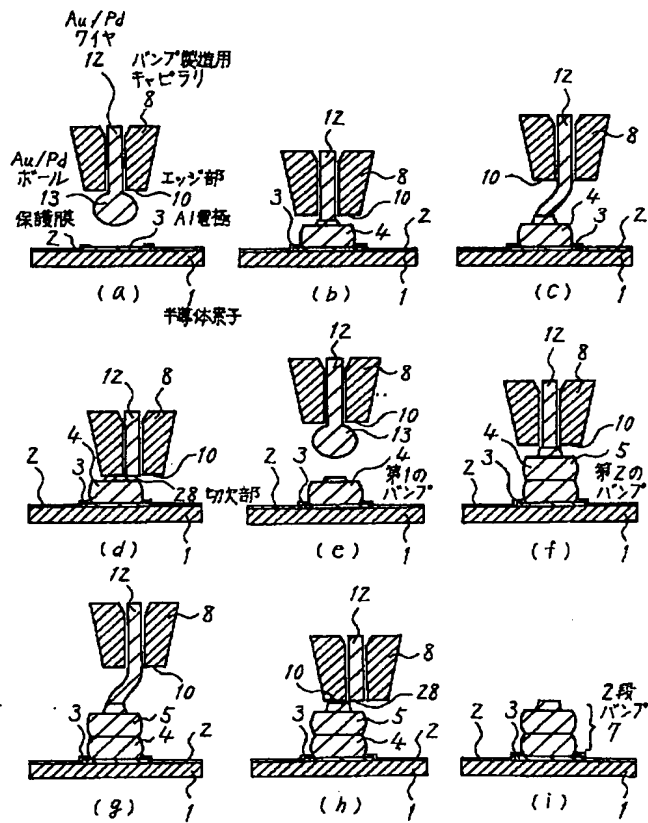
【図3】



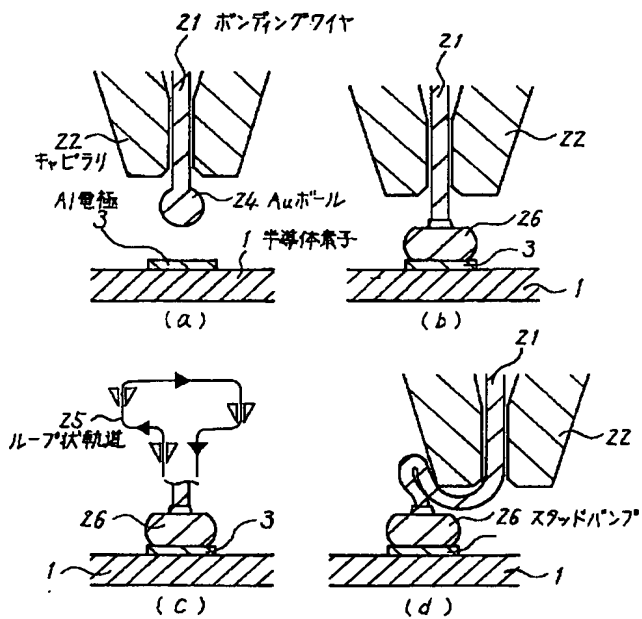
【図9】



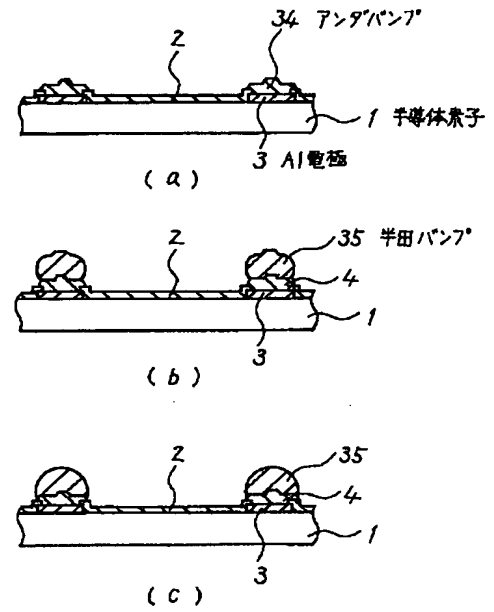
【図4】



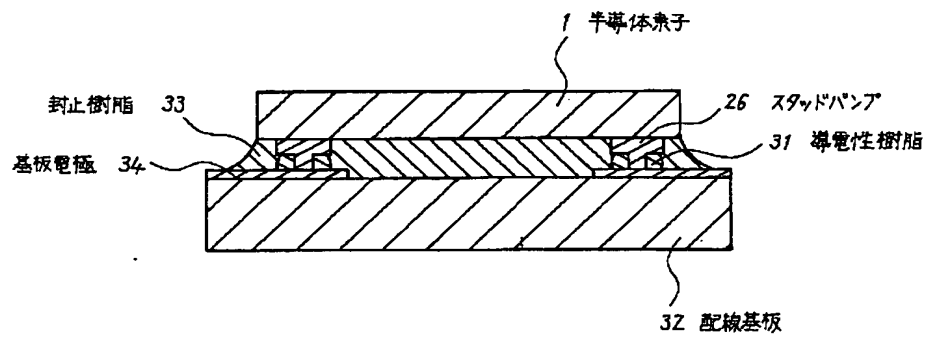
【図5】



【図8】



【図 6】



【図 7】

